

12 Влияние вибраций на статическое положение мениска движущейся в капилляре жидкости / В. П. Надутый, В. И. Елисеев, В. И. Луценко, И. П. Хмеленко // Вісник Націон. техніч. ун-ту ХІІІ : зб. наук. праць / ХІІІ. – Харків, 2011. – № 59. – С. 104-111.

13 Елисеев В. И. Экспериментальное изучение влияния вибраций на устойчивость перетяжки жидкости между двумя сферическими частицами / В. И. Елисеев, В. И. Луценко, Н. П. Анфимова // Дисперсные системы : Материалы междунаро. конф., 17-21 сентября 2012 г. – Одесса : ОНУ, 2012. – С. 87-88.

14 Dong L. Lateral vibration of a water drop and its motion on a vibrating surface / L. Dong, A. Chaudhury, M. K. Chaudhury // European Physical Journal. E. – 2006. – № 21. – P 231-242.

15 Сумм Б. Д. Физико-химические основы смачивания и растекания / Б. Д. Сумм, Ю. В. Горюнов. – М.: Химия, 1976. – 232 с.

16 Волков В. И. Экспериментальное исследование гистерезиса смачивания / В. И. Волков, С. С. Лескова, Е. Р. Кирколул // Известия Алтайского гос. ун-та. – Барнаул : АлтГУ, 2006. – Вып. 49, № 1. – С. 106-111.

17 Benilov E. S. Drops climbing uphill on a slowly oscillating substrate / E. S. Benilov // Physical Review E. – 2010. – № 82. – P. 1-8.

**УДК 622.273.217.2**

Д-р техн. наук П.Н. Должиков,  
инж. П.Г. Фурдей  
(ДонГТУ)

### **ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ В ТРУБАХ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ТАМПОНАЖНО-ЗАКЛАДОЧНЫХ СУСПЕНЗИЙ**

Експериментально досліджено залежність гідравлічного опору від швидкості руху та концентрації золошлакових суспензій при течії по трубах. Встановлена критична швидкість руху концентрованих гідросумішей.

### **THE RESEARCH OF HYDRAULIC RESISTANCES OF TAMPONADE LAYING OF ASH-SLAG SUSPENSIONS AT MOTION IN PIPES**

Dependence of hydraulic resistance is experimentally set from the rate of movement of ash-slag suspensions at a flow on pipes. The critical speed of motion of the concentrated slurries is set.

В последние годы в мировой практике проводятся широкомасштабные исследования параметров технологии и выбор оборудования для решения вопросов захоронения в технологическом пространстве шахт как собственных твердых отходов обогатительных фабрик, так и золы электростанций [1, 2].

К настоящему времени в промышленных условиях опробованы и дали положительные результаты технологические решения по утилизации мелкодисперсных отходов ТЭС посредством трубопроводного транспорта на основе использования энергии сжатого воздуха или использования высококонцентрированных гидросмесей с последующим тампонируванием ими обрушенного выработанного пространства очистных забоев.

На поверхности шахты готовится золошлаковая суспензия: эта смесь подается в трубопровод, проложенный по стволу или по скважине. Далее гидросмесь транспортируется по трубам к очистному забою, где поступает в изгибающийся распределительный трубопровод, проложенный по очистному забою и прикрепленный к забойному конвейеру. К распределительному трубопроводу присоединены через определенный интервал патрубки длиной 10...15 м, по которым гидро-

смесь поступает непосредственно в обрушенное пространство, вступает там во взаимодействие с разрыхленной обрушенной породы, отдает последней влагу, в результате чего образуется искусственный массив высокой плотности [2].

В результате выполненных нами исследований разработаны золошлаковые тампонажно-закладочные суспензии следующей рецептуры: зола – 200 кг, золошлаки – 770 кг, вода – 560 кг. Смесь имеет плотность  $1530 \text{ кг/м}^3$ , скорость седиментации –  $0,019 \text{ м/с}$  [3].

Концентрация суспензии и скорость ее движения определяют характеристики трубопровода и гидравлические сопротивления.

Цель работы – исследовать гидравлические сопротивления при движении в трубопроводе высококонцентрированных золошлаковых суспензий, определить расход смеси для закладки выработанного пространства.

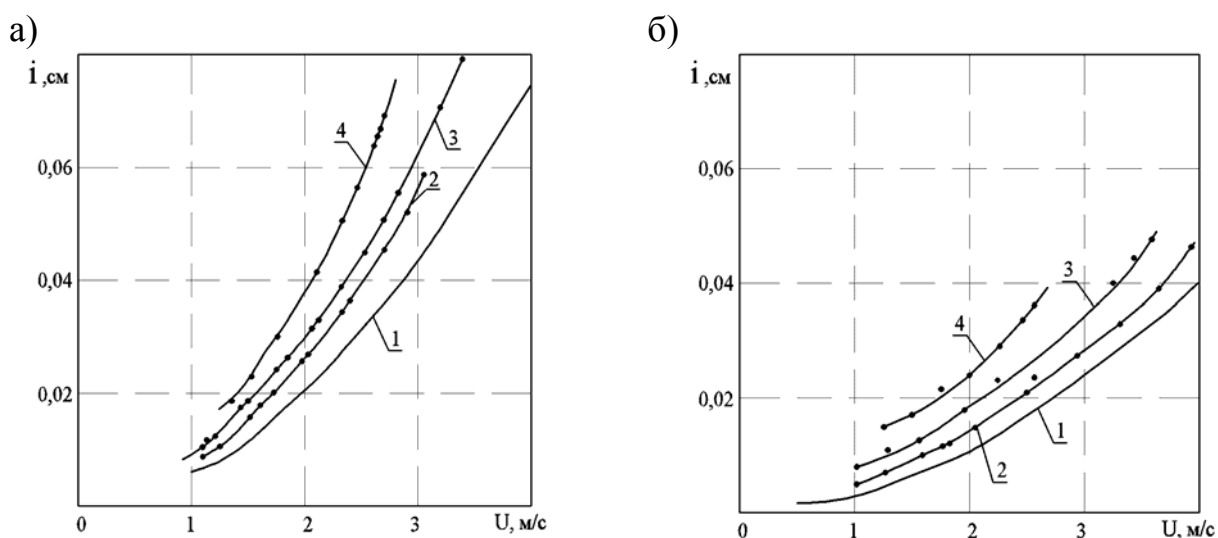
Исследования параметров гидротранспортирования золошлаков были выполнены на стендовых установках с трубопроводами диаметром 153, 202 и 256 мм.

Измерение гидравлических сопротивлений на горизонтальных участках трубопроводов производилось дифференциальными манометрами типа 3537 и 3536М в комплекте со вторичными приборами типа КСД.

Наблюдения за режимом движения и величиной критической скорости велись через прозрачные вставки, вмонтированные в трубопровод, с одновременной фиксацией подачи гидросмеси. Изменение режимов движения производилось путем изменения частоты вращения приводного двигателя.

Исследования выполнены в диапазоне изменения массовой концентрации смесей от 10 до 50%.

Экспериментальные данные, характеризующие зависимость гидравлических сопротивлений от скорости и концентрации гидросмеси, приведены на рис. 1.



1 – при движении воды;

2, 3, 4 – при массовой концентрации 10, 25 и 50%.

Рис. 1 – Зависимость удельного гидравлического сопротивления от скорости и концентрации гидросмеси при транспортировании золошлаков в трубопроводах диаметром 153 (а) и 256 мм (б)

Анализ полученных зависимостей показывает, что характер изменения удельных потерь напора от скорости и концентрации гидросмеси при транспортировании золошлаков соответствует характеру изменения гидравлических сопротивлений при течении условно однородных сред с незначительными энергозатратами на перемещение твердого материала. Гидротранспортирование подобных суспензий может осуществляться при значительном насыщении гидросмеси 60-65% по массе, большим принятого в условиях эксперимента.

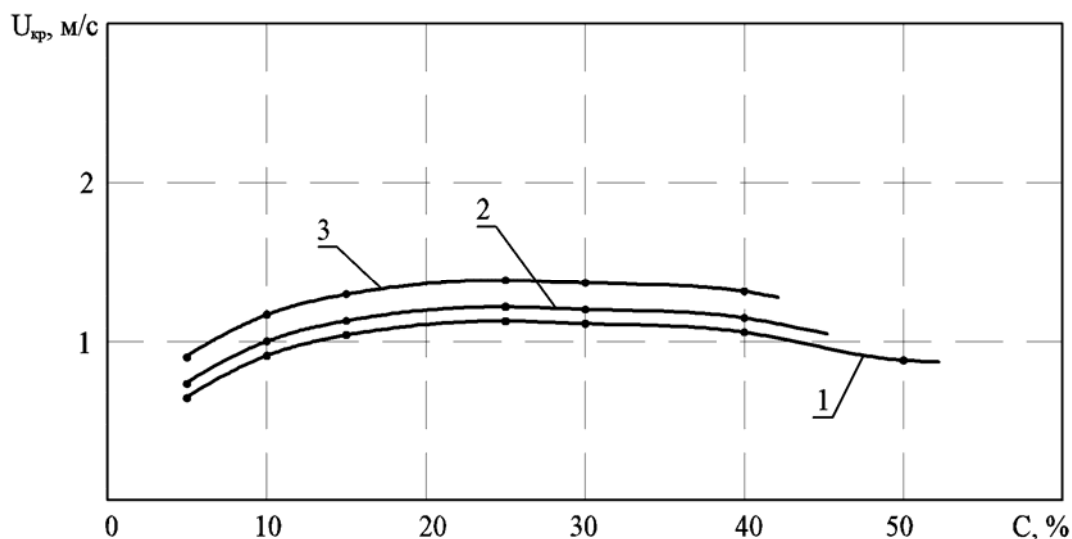
Характер зависимости критической скорости от концентрации гидросмеси обуславливается прежде всего гранулометрическим составом транспортируемого материала, степенью его дисперсности, наличием в нем крупных и мельчайших частиц и соотношением между ними.

Результаты замеров величин критических скоростей при транспортировании золошлаков приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Критические скорости при транспортировании золошлаков в трубопроводах

Диаметр трубопровода, мм	Критическая скорость (м/с) при массовой концентрации гидросмеси, %						
	5	10	15	25	30	40	50
153	0,60	0,90	1,05	1,15	1,20	1,10	0,90
202	0,70	1,00	1,15	1,28	1,30	1,24	-
256	0,90	1,15	1,25	1,40	1,40	1,32	-

Зависимость изменения критической скорости от концентрации гидросмеси и диаметра трубопровода приведено на рис. 2



1, 2, 3 – для трубопроводов диаметром 153, 202 и 256 мм соответственно  
 Рис. 2 – Зависимость критической скорости от массовой концентрации гидросмеси при транспортировании золошлаков

Характер изменения критической скорости в зависимости от массовой концентрации гидросмеси при транспортировании золошлака подобен и отражает режим движения гидросмесей, составленных из тонко измельченных материалов. При

этом максимальное значение величины критической скорости наблюдается при массовой концентрации около 30%.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно констатировать, что при массовых концентрациях золошлаковых суспензий до 60% гидравлические сопротивления незначительны. Это означает, что при отработке пласта на глубине 600 – 800 м гидросмесь плотностью 1530 кг/м<sup>3</sup> за счет гидростатического напора может двигаться по трубопроводу длиной до 2 км с расходом 300 м<sup>3</sup>/ч.

Таким образом, реализация гидравлического способа закладки выработанного пространства с применением золошлаков не требует создания дополнительного технологического комплекса по приготовлению высококонцентрированных гидросмесей и их транспортирования в шахту с нагнетанием в обрушенные породы или погашаемые выработки. Режим движения золошлаковых суспензий обеспечивает высокую эффективность закладочных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уманский У.У. Использование подземных пространств для улучшения экологической обстановки в угледобывающих регионах / У.У. Уманский // Уголь Украины. – 1997. - №2.
2. Бебенюк В.А. Справочник по горнорудному делу / В.А. Бебенюк, Я.С. Пыжьянов, И.Е. Ерофеев. – М.: Недра, 1967.
3. Должиков П.Н. Ресурсосберегающие технологии ликвидации подземных пустот залкадочными смесями на основе отходов производства / П.Н. Должиков, П.Г. Фурдей, Е.О. Ивлиева // Сб науч. тр. ДонГТУ. – Вып.37. – Алчевск: ДонГТУ, 2012. – С. 217-224.

**УДК 622.838.53**

Аспирант А.С. Крышнёв  
(ГП «Дзержинскуголь»)

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА ОХРАНЫ ШТРЕКОВ УСЕЧЕННЫМИ УГОЛЬНЫМИ ЦЕЛИКАМИ**

Дана загальна характеристика гірничо-геологічних умов пласту  $k_8$ . Наведено прогнозні й фактичні зсуви покрівлі в розглянутій виробці. Проведено аналіз ефективності застосування комбінованого способу охорони виробки.

### **PERFORMANCE EVALUATION OF COMBINED METHOD SAFEGUARD DRIFT OF A TRUNCATED COAL PILLARS**

General description of mining-geological conditions of the coal seam  $k_8$  is given. Predicted and actual roof displacement in the mine working under consideration is described. Effectiveness analysis of using combined method of mine working protection is made.

При поддержании выработок, примыкающих к действующим очистным забоям, способы их охраны должны обеспечивать устойчивое состояние кровли в процессе ее опускания на 0,4-1,2 м в зависимости от жесткости охранного сооружения и вынимаемой мощности пласта. В связи с этим появляется необходимость применения эффективных комбинированных типов крепления и способов охраны горных выработок [1], основанные на сочетании оптимальных типов арочных металлических податливых крепей и прогрессивных охранных сооружений [2]. Это обуславливает, на участках промышленной проверки но-